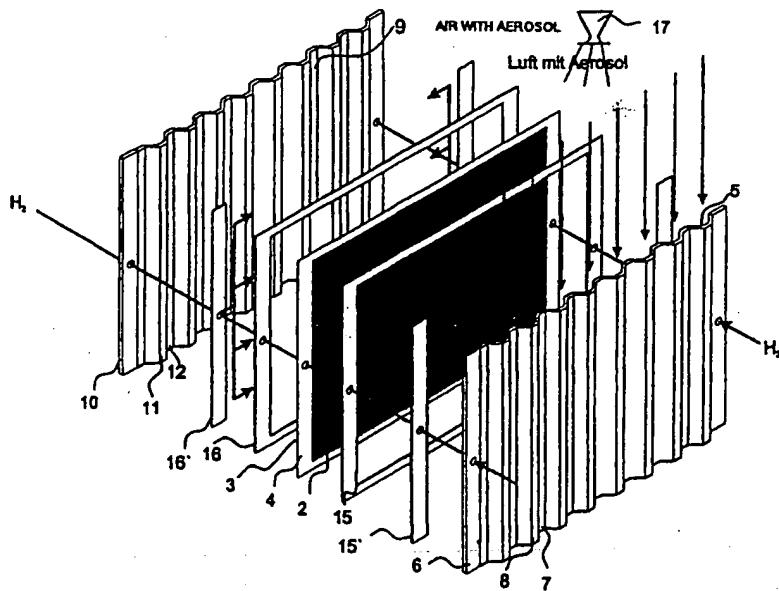


INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICH NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 :  H01M 8/04		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/45889  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 15. Oktober 1998 (15.10.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP97/01792  (22) Internationales Anmeldedatum: 10. April 1997 (10.04.97)		(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, IL, JP, US, eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(71) Anmelder ( <i>für alle Bestimmungsstaaten außer US</i> ): MAGNET-MOTOR GESELLSCHAFT FÜR MAGNETMOTORISCHE TECHNIK MBH [DE/DE]; Petersbrunnerstrasse 2, D-82319 Starnberg (DE).  (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder ( <i>nur für US</i> ): KOSCHANY, Arthur [DE/DE]; Lindenberg 56, D-82343 Pöcking (DE). LUCAS, Christian [DE/DE]; Planeggerstrasse 11a, D-82152 Planegg (DE). SCHWESINGER, Thomas [DE/DE]; Zur Fähre 8/Niederaichdorf, D-94356 Kirchroth (DE).  (74) Anwalt: KLUNKER, SCHMITT-NILSON, HIRSCH; Winzererstrasse 106, D-80797 München (DE).		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	

(54) Title: COOLING AND WETTING POLYMER-ELECTROLYTE FUEL CELLS

(54) Bezeichnung: KÜHLUNG UND BEFEUCHTUNG VON POLYMERELEKTROLYT-BRENNSTOFFZELLEN



## (57) Abstract

A polymer-electrolyte fuel cell (1) using air as oxidizing agent, under low overpressure, and different combustion gases, in particular hydrogen, is cooled by feeding liquid water directly into the gas passages (5, 9) of the combustion air and possibly of the combustible gas. The water introduced into the gas passages also serves to wet the solid polymer electrolyte (4).

(57) Zusammenfassung

Eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle (1) für das Oxidationsmittel Luft bei geringem Überdruck und verschiedene Brenngase, insbesondere Wasserstoff, wird durch Zuführen von flüssigem Wasser direkt in die Gaskanäle (5, 9) der Verbrennungsluft und evtl. des Brenngases gekühlt. Das in die Gaskanäle eingebrachte Wasser dient gleichzeitig zur Befeuchtung des festen Polymerelektrolyts (4).

*LEDIGLICH ZUR INFORMATION*

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		

Kühlung und Befeuchtung von  
Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen

5

Die Erfindung betrifft Brennstoffzellen, die Feststoff-Polymer-Membranen als Elektrolyt enthalten, als Brenngas bevorzugt Wasserstoff und als Oxidationsmittel Luft oder Sauerstoff unter niedrigem Druck verwenden. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur gleichzeitigen Kühlung der Brennstoffzellen und Befeuchtung der Polymerelektrolytmembranen.

Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen, wie sie üblicherweise zur Erzeugung von elektrischem Strom verwendet werden, enthalten eine Anode, eine Kathode und eine dazwischen angeordnete Ionenaustauschermembran. Eine Mehrzahl von Brennstoffzellen bildet einen Brennstoffzellenstapel, wobei die einzelnen Brennstoffzellen durch als Stromsammel wirkende bipolare Platten voneinander getrennt werden. Zur Erzeugung von Elektrizität wird ein Brenngas, z.B. Wasserstoff, in den Anodenbereich und ein Oxidationsmittel, z.B. Luft oder Sauerstoff, in den Kathodenbereich eingebracht. Anode und Kathode enthalten in den mit der Polymerelektrolytmembran in Kontakt stehenden Bereichen jeweils eine Katalysatorschicht. In der Anodenkatalysatorschicht wird der Brennstoff unter Bildung von Kationen und freien Elektronen oxidiert, in der Kathodenkatalysatorschicht wird das Oxidationsmittel durch Aufnahme von Elektronen reduziert. Die Kationen wandern durch die Ionenaustauschermembran zur Kathode und reagieren mit dem reduzierten Oxidationsmittel, wobei, wenn Wasserstoff als Brenngas und Sauerstoff als Oxidationsmittel verwendet werden, Wasser entsteht. Bei der Reaktion von Brenngas und Oxidationsmittel werden beträchtliche Wärmemengen frei, die mittels Kühlung abgeführt werden müssen. Die Kühlung wurde bisher durch Kühlkanäle in den bipolaren Platten erreicht, die von deionisiertem Wasser durchströmt wurden.

35

- 2 -

Bei dieser Art von Kühlung ergeben sich enorme Materialprobleme, denn es werden typischerweise etwa 50 bis 300 bipolare Platten in Reihe geschaltet, das Kühlwasser verbindet also unterschiedliche Potentiale elektrisch miteinander. Die Folge sind Materialzersetzung. 5 Dementsprechend kommen als Werkstoff für die bipolaren Platten lediglich Graphit oder vergoldetes Metall in Frage.

Außerdem ist es erforderlich, die Polymermembran feucht zu halten, denn der Leitwert der Membran hängt stark von deren Wassergehalt ab. 10 Um ein Austrocknen der Membran zu verhindern, war daher ein aufwendiges System zur Anfeuchtung der Reaktionsgase erforderlich.

15 Aufgabe der Erfindung ist es, eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle bzw. einen Polymerelektrolyt-Brennstoffzellenstapel bereitzustellen, wobei die Polymerelektrolytmembran einer Brennstoffzelle bei Betrieb stets den optimalen Feuchtegehalt aufweist und gleichzeitig ausreichende Kühlung gewährleistet wird.

20 Aufgabe der Erfindung ist es außerdem, ein Verfahren bereitzustellen, das es ermöglicht, die Polymerelektrolytmembran einer Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle bei Betrieb der Brennstoffzelle auf einem optimalen Feuchtegehalt zu halten und die Brennstoffzelle gleichzeitig ausreichend zu kühlen.

25 Diese Aufgaben werden gelöst durch die Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle gemäß Anspruch 1, den Polymerelektrolyt-Brennstoffzellenstapel gemäß Anspruch 11, das Verfahren zur Kühlung und Befeuchtung einer Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle gemäß Anspruch 12 und das Verfahren gemäß Anspruch 22.

30 Polymerelektrolytmembranen benötigen einen hohen Wassergehalt, um eine optimale Leitfähigkeit für  $H^+$ -Ionen zu gewährleisten. Der Wassergehalt muß in der Regel durch Wasserzufuhr aufrechterhalten werden, da sonst die durch die Zelle strömenden Brenn- und 35 Oxidationsmittel-Gasströme die Membrane austrocknen. Einer möglichen Austrocknung durch Zugabe eines Überschusses an Wasser zu begegnen,

- 3 -

ist jedoch nicht sinnvoll, da Wasser in zu großen Mengen zum Fluten der Elektroden führt, d.h. die Poren der Elektroden verstopft. Ein einfaches Feststellen und Regeln der jeweils benötigten Wassermenge war bisher nicht möglich.

5

Bevorzugte Ausführungsformen sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben.

10

In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Brennstoffzelle,

15

Fig. 2 eine Schaltung zur Messung der Impedanz einer Brennstoffzelle.

Fig. 3 die Abhängigkeit der Leitfähigkeit einer Nafion®-Membran vom Wassergehalt der Membran.

20

Eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle gemäß der Erfindung verwendet Luft oder Sauerstoff bei geringem Überdruck als Oxidationsmittel. Bevorzugt ist ein Überdruck von weniger als 2 bar, besonders bevorzugt von weniger als 0,5 bar. Die erforderliche Druckdifferenz kann auch durch Saugen erzielt werden. Als Brenngas wird bevorzugt Wasserstoff verwendet, aber auch die Verwendung anderer Brenngase ist prinzipiell möglich. Als Polymerelektrolytmembran wird bevorzugt Nafion® eingesetzt. Den einzelnen Brennstoffzellen eines Stapsels wird Wasserstoff zugeführt und über Gaskanäle im Anodenbereich verteilt.

25

Gleichzeitig wird Luft zugeführt und über Gaskanäle im Kathodenbereich verteilt. Der Wasserstoff wandert zur Anodenkatalysatorschicht und bildet dort Kationen, welche durch den Elektrolyten, eine Protonenaustauschmembran, zur Kathode wandern. An der Kathode wandert Sauerstoff zur Kathodenkatalysatorschicht und wird dort reduziert. Bei der Reaktion mit den Kationen entsteht als Reaktionsprodukt Wasser. Durch die Reaktionswärme verdampft das gebildete Wasser, was eine gewisse Kühlung zur Folge hat. Der

30

35

- 4 -

Kühleffekt ist jedoch zum einen nicht ausreichend, zum anderen verarmt die Membran im Laufe des Betriebs der Brennstoffzelle zunehmend an Feuchtigkeit.

5 Wie aus Fig. 3 für Nafion® NE 105 (30°C) ersichtlich ist, nimmt die Leitfähigkeit ionenleitender Membranen mit dem H<sub>2</sub>O-Gehalt zu. N(H<sub>2</sub>O)/N(SO<sub>3</sub>H) bezeichnet die Anzahl der Wassermoleküle pro Sulfonsäurerest der Membran.

10 Eine Verringerung des Feuchtigkeitsgehalts der festen Polymerelektrolytmembran einer Brennstoffzelle hat daher zur Folge, daß ihr innerer Widerstand ansteigt, das heißt ihr Leitwert sinkt. Der Leitwert der Membran hängt extrem von ihrem Wassergehalt ab. Wesentlich für eine effiziente Arbeitsweise einer Polymerelektrolyt-  
15 Brennstoffzelle ist es daher, daß die Polymerelektrolytmembran stets die den jeweiligen Arbeitsbedingungen (Temperatur, Last, Luftzahl) entsprechende optimale Feuchte aufweist.

20 Zur Aufrechterhaltung der optimalen Feuchte kann erfindungsgemäß während des Betriebs der Brennstoffzelle, vorzugsweise regelmäßig oder kontinuierlich, bestimmt, ob die Membran optimal befeuchtet ist oder ob Wasserzusatz erforderlich ist bzw. welche Menge an Wasserzusatz erforderlich ist.

25 Grundsätzlich kann die Menge des Wasserzusatzes stark variieren. Sie hängt von den jeweiligen Arbeitsbedingungen der Brennstoffzelle ab, und sie hängt insbesondere auch von der Art der Kühlung der Brennstoffzelle ab. Häufig wird Brennstoffzellen zur Kühlung Wasser zugeführt, das, abhängig von der Konstruktion der Brennstoffzellen, in gewissem Ausmaß auch die Membran mitbefeuchtet. Dann muß in der Regel weniger zusätzliches Wasser zugeführt werden als bei Zellen mit beispielsweise ausschließlich Luftkühlung.

30 35 Der Leitwert der Membran hängt von ihrem Wassergehalt ab. Während des Betriebs einer Brennstoffzelle kann der Leitwert der Membran allerdings nicht direkt gemessen werden. Erfindungsgemäß wird

- 5 -

vorzugsweise die Impedanz der Brennstoffzelle (Betrag der Impedanz oder besonders bevorzugt Realteil der Impedanz) ermittelt. Da der Leitwert der Membran eine stetige, monotone Funktion dieser Größen ist, kann die erforderliche Wassermenge auch auf der Grundlage der Impedanz geregelt werden.

Eine mögliche Schaltung zur Messung der Impedanz einer Brennstoffzelle zeigt Fig. 2.

10 Die direkte Messung des Leitwerts und damit des Feuchtegehalts einer Polymerelektrolytmembran einer Brennstoffzelle mittels Bestimmung der Impedanz erfolgt durch Modulation der Zellspannung mit einem Wechselstrom mit einer Frequenz von 1 bis 20 kHz. Bei einem Brennstoffzellenstapel wird geeigneterweise der durchschnittliche Feuchtegehalt mehrerer Membranen gemessen. Der Quotient aus Wechselspannung und der resultierenden Stromantwort ist ein Maß für die Feuchte. In Fig. 2 stellt BZ die Brennstoffzelle und  $R_L$  den Lastwiderstand dar. Dem Lastwiderstand parallel geschaltet ist eine Anordnung aus Kondensator C, Widerstand R und Wechselspannungsquelle U, die geeignet ist, kleine Wechselspannungen (Größenordnung von etwa 10 mV) und große Ströme (Größenordnung von etwa 10 A) zu erzeugen. Die Spannung der Brennstoffzelle wird durch das Wechselstromsignal (etwa 1-20 kHz) der Wechselspannungsquelle moduliert. Der Wechselspannungsanteil U bewirkt eine Überlagerung des Brennstoffzellenstroms mit einem Wechselstrom I. Der Quotient aus Wechselspannung und Wechselstrom ist ein Maß für die Impedanz der Brennstoffzelle und damit ein Maß für die Feuchte der Polymerelektrolytmembran, bzw. für die erforderliche Wassermenge, die zugeführt werden muß.

15

20

25

30

35

Der Betrag der Impedanz hängt allerdings, außer von der Leitfähigkeit der Membran, von weiteren Bestimmungsgrößen ab, nämlich von der Größe der Katalysatoroberfläche, die mit der Membran in Berührung steht, vom Ohmschen Widerstand der Elektroden und der Vergiftung der Membran durch Fremdionen. Diese Größen unterliegen im Laufe der Lebensdauer einer Brennstoffzelle einer gewissen Veränderung, wobei

5 die Abweichungen durch Veränderung des Ohmschen Widerstands der Elektroden und durch Vergiftung der Membran durch Fremdionen in der Regel vernachlässigbar gering sind. Im Laufe der Lebensdauer einer Brennstoffzelle kann also der Betrag der Impedanz, der unter gegebenen Betriebsbedingungen der optimalen Membranfeuchte entspricht (Sollwert des Betrags der Impedanz), variieren. Daher sollte der einzuhaltende Sollwert des Betrags der Impedanz im Zuge anfallender Wartungsarbeiten jeweils neu eingestellt werden. Der neue Sollwert wird dabei durch Maximierung der Leistung der Brennstoffzelle bestimmt.

10 Während des Betriebes der Brennstoffzelle kann der optimale Sollwert alternativ durch Fuzzy logic oder ähnliche, dem Fachmann geläufige Methoden, entsprechend den veränderten Verhältnissen neu angepaßt werden.

15 Ein von der Katalysatoroberfläche (deren Veränderung im wesentlichen verantwortlich ist für die Veränderung des Sollwerts der Impedanz) weitgehend unabhängiges Maß für die Leitfähigkeit der Membrane erhält man, wenn neben dem Betrag der Impedanz auch ihr Phasenwinkel in Betracht gezogen wird. Betrachtet man den hieraus elektronisch bestimmten Realteil der Impedanz als Regelgröße, so kann sogar über die gesamte Lebensdauer der Brennstoffzelle ein einziger Sollwert verwendet werden.

20

25

30 Während des Betriebs der Brennstoffzellen kann die Impedanz (Betrag oder Realteil) kontinuierlich oder in regelmäßigen Abständen gemessen werden. Errechnet sich aus der Messung ein zu geringer Leitwert der Membran bzw. der Membranen, so wird dem System Wasser zugeführt, beispielsweise durch auf übliche Weise elektronisch gesteuertes Öffnen von Wassereinlaßventilen, bis der Sollwert der Impedanz wieder erreicht ist.

35 Bei Brennstoffzellen-Stapeln mit einer Mehrzahl an Brennstoffzellen ist es günstig, den Betrag oder den Realteil der Impedanz nicht für jede Membran einzeln zu bestimmen, sondern Durchschnittswerte für eine Mehrzahl von Zellen des Stapels oder sogar für alle Zellen des Stapels

gemeinsam zu bestimmen und den erforderlichen Wasserzusatz danach zu richten.

5        Unabhängig von der Art und Weise der Bestimmung des optimalen Wassergehalts der Membrane und der Regelung der Wassereinspeisung ist es erfindungsgemäß möglich, Membranbefeuchtungswasser gleichzeitig zur Kühlung der Brennstoffzelle zu verwenden und damit eine ausreichende Kühlung zu gewährleisten. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß bei einer Brennstoffzelle, die wie oben ausgeführt 10      konzipiert ist, in die Gaskanäle für die Verbrennungsluft ionenfreies Wasser in flüssiger Form unmittelbar eingebracht wird. Alternativ kann das Wasser auch unmittelbar in die Gaskanäle für das Brenngas eingebracht werden.

15      Eine bewährte Lösung ist das Einbringen von Wasser sowohl im Kathoden- als auch im Anodenbereich, insbesondere bei Betriebsbedingungen, die ein starkes Austrocknen der Membran bewirken.

20      Das flüssige Wasser verdampft in der heißen Brennstoffzelle und bewirkt durch die stattfindende Phasenumwandlung eine effiziente Kühlung der Zelle. Außerdem dringt es in die Polymerelektrolytmembran ein und hält sie feucht.

25      Die einfachste Möglichkeit, die erforderliche Wassermenge dem Luftstrom bzw. dem Luft- und/oder Wasserstoffstrom beizufügen, besteht darin, das Wasser mittels einer Dosierpumpe in zahlreichen dünnen Leitungen, z.B. Kapillaren, in die Gaskanäle einzubringen. Dabei findet keine nennenswerte Durchmischung des Wassers mit der Luft bzw. dem Brenngas statt, die für die Verdampfung zur Verfügung 30      stehende freie Wasseroberfläche ist also relativ gering.

35      Eine erheblich größere freie Wasseroberfläche und damit eine raschere Befeuchtung der Membran und eine effizientere Kühlung erreicht man, wenn man die erforderliche Wassermenge den Reaktionsgasströmen in durchmischter Form, also als Aerosol befügt. Das Wasser in Luft

Aerosol und gegebenenfalls das Wasser in Brenngas Aerosol enthalten Wasser in Form von 2 bis 20  $\mu\text{m}$  großen Tröpfchen, die eine rasche Verdunstung oder Verdampfung gewährleisten. Das Aerosol lässt sich beispielsweise mit Hilfe von Ultraschall-Zerstäubern oder Düsen herstellen. Die einfachste und gleichzeitig am wenigsten energieaufwendige Erzeugung des Aerosols erfolgt mittels Ultraschall-Zerstäubern bei Frequenzen von mindestens 100 kHz.

10 Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung stellt die Ausgestaltung der Kanäle zur Aufnahme von Wasser in Luft Aerosol bzw. Wasser-in-Brenngas-Aerosol dar, wie sie in Fig. 1 gezeigt sind. In einem Brennstoffzellenstapel wird jede Brennstoffzelle anodenseitig und kathodenseitig jeweils von einer bipolaren Platte 10, 6 begrenzt. Die anodenseitige bipolare Platte ist gleichzeitig die kathodenseitige bipolare Platte einer Nachbarzelle und die kathodenseitige bipolare Platte gleichzeitig die anodenseitige bipolare Platte der anderen Nachbarzelle.

20 Die bipolare Platte besitzt zumindest in einem Teilbereich Wellblechstruktur, sie weist also im Wechsel Erhebungen und Vertiefungen auf. Eine Oberfläche der bipolaren Platte 6 berührt mit ihren Erhebungen 7 den Kathodenbereich 2 der Brennstoffzelle, wodurch die jeweils zwischen zwei benachbarten Erhebungen gelegenen Vertiefungen 8 mit dem Kathodenbereich Kanäle 5 zur Aufnahme von Wasser in Luft Aerosol bilden. In gleicher Weise berührt die bipolare Platte 10 mit einer Oberfläche den Anodenbereich 3 der Zelle, so daß die jeweils zwischen zwei benachbarten anodenseitigen Erhebungen 11 gelegenen Vertiefungen 12 mit dem Anodenbereich 3 ebenfalls Kanäle 9 bilden. Diese können zur Aufnahme von Wasser in Brenngas Aerosol dienen.

Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform wird Wasserstoff als Brenngas senkrecht zur Plattenfläche durch Bohrungen eingespeist. Der Wasserstoff tritt zunächst in den mit der Einspeiseöffnung in Verbindung stehenden Kanal 9 ein und diffundiert bzw. strömt von dort aus in den benachbarten porösen Anodenbereich. Von hier aus diffundiert der Wasserstoff zum Teil zur Anodenkatalysatorschicht, zum Teil in der

- 9 -

Ebene des Anodenbereichs in weitere Gaskanäle 9. Wegen der hervorragenden Diffusionseigenschaften von Wasserstoff wird dabei problemlos der gesamte Anodenbereich gleichmäßig mit Wasserstoff versorgt.

5

Soil zusammen mit dem Brenngas auch Kühlwasser eingespeist werden, ist es in der Regel vorteilhafter, die gleiche Art der Zuführung wie im Kathodenbereich zu wählen, also Brennstoff und Wasser in jeden einzelnen Kanal 9 einzuspeisen. Wegen der im Vergleich zu Wasserstoff schlechten Diffusionseigenschaften von Wasser würde sonst nur wenig Wasser in die Anode eindringen, der Kühleffekt wäre also gering.

10

15

Die Konstruktion weist keinerlei separate Kühlkanäle auf. Ein besonderer Vorteil liegt insbesondere darin, daß der Weg des Aerosols durch die Kanäle 5 der Zelle eine Gerade darstellt. Die Wellblechstruktur der bipolaren Platte mit geraden Gaswegen ermöglicht es, Niederschläge des Aerosols zu minimieren und die notwendigen Volumenströme bei kleinem Druckabfall zu leiten.

20

Es kommt nicht, wie bei porösen Platten häufig der Fall, zu einem Fluten und Verstopfen der Wasserleitungswege durch Wassertröpfchen. Außerdem ist die "Wellblechplatte" fertigungstechnisch sehr einfach und preisgünstig herstellbar.

25

Anoden- und Kathodenbereich sind jeweils als einen geeigneten Katalysator tragende Diffusionsschichten ausgebildet, die an den entgegengesetzten Seiten der Polymerelektrolytmembran 4 angeordnet sind.

30

Luftdichtungen 15, 15' und Wasserstoffdichtungen 16, 16' schließen die Zelle gasdicht ab.

35

Um die Verweilzeit des Wassers in der Zelle zu erhöhen und dadurch eine vollständige Verdunstung zu ermöglichen, können die Wandungen der Gaskanäle 5 und/oder der Gaskanäle 9 mit einer hydrophilen saugfähigen Schicht überzogen werden, beispielsweise mit Filz. Die

- 10 -

hydrophile, saugfähige Schicht verteilt die eingebrachte Wassermenge besonders gleichmäßig und hält sie bis zur Verdunstung fest.

5 Die zur Erreichung einer optimalen Membranbefeuchtung erforderliche Wassermenge kann, wie vorstehend ausgeführt, auf elektronischem Wege bestimmt und geregelt werden. Die in die Brennstoffzelle eingebrachte Wassermenge hat zwei Aufgaben zu erfüllen: Kühlung der Zelle und Befeuchtung der Membran. Für eine Regelung der notwendigen Wassermenge wird jedoch nur die Einstellung der geeigneten Membranfeuchte berücksichtigt. In Abhängigkeit von den Parametern Temperatur, Last, Luftzahl u.ä. wird die optimale Membranfeuchte und damit der optimale Leitwert der Membran experimentell bestimmt. Der Wasserzusatz variiert in Abhängigkeit von dem zu erreichenden Leitwert. Die Zelltemperatur variiert in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen in weiten Grenzen. Solange ausreichend Wasser eingebracht wird, um eine optimale Membranfeuchte sicherzustellen, wird jedoch auch eine ausreichende Kühlwirkung gewährleistet.

10

15

20 Um bei einer Brennstoffzelle oder einem Brennstoffzellenstapel den Feuchtegehalt der Reaktionsgase und ihre Temperatur längs der Strömungsrichtung möglichst konstant zu halten, kann man das Reaktionsgas, insbesondere die Luft, den Zellstapel mehrmals passieren lassen. Die geschieht durch Rückführung des die Brennstoffzellen verlassenden Luft/Wasser-Gemisches bzw. des die Brennstoffzellen verlassenden Brenngas/Wasser-Gemisches in den entsprechenden Ansaugstrom.

25

30 Erfnungsgemäß kann also bei einer Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle durch Einbringen von ionenfreiem Wasser in flüssiger Form direkt in die Gaskanäle der Verbrennungsluft und/oder des Brenngases gleichzeitig die Einhaltung eines optimalen Membranfeuchte und damit eines optimalen Leitwerts der Membran sowie eine ausreichende Kühlung der Brennstoffzelle gewährleistet werden.

35

Ansprüche

- 5 1. Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle (1) mit einem Anodenbereich (3),  
einem Kathodenbereich (2), einer dazwischen angeordneten  
Polymerelektrolytmembran (4), einer Einrichtung zum Zuführen von  
Luft als Oxidationsmittel zum Kathodenbereich, Gaskanälen (5) zum  
Verteilen der Luft im Kathodenbereich, einer Einrichtung zum  
10 Zuführen von Brenngas zum Anodenbereich, und Gaskanälen (9)  
zum Verteilen des Brenngases im Anodenbereich  
gekennzeichnet durch  
eine Einrichtung zum Einbringen von Wasser in flüssiger Form  
unmittelbar in die Gaskanäle (5) der Luft im Kathodenbereich  
15 und/oder die Gaskanäle (9) des Brenngases im Anodenbereich,  
sowie durch die Zelle anodenseitig und/oder kathodenseitig  
begrenzende bipolare Platten (10, 6), die mindestens in einem  
Teilbereich gewellt sind und Erhebungen (11, 7) und Vertiefungen  
(12, 8) besitzen, wobei die kathodenseitig gelegenen Vertiefungen  
20 (8) die Gaskanäle (5) zum Verteilen der Luft im Kathodenbereich  
und/oder die anodenseitig gelegenen Vertiefungen (12) die  
Gaskanäle (9) zum Verteilen des Brenngases im Anodenbereich  
bilden.
- 25 2. Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle (1) nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Einrichtung zum Einbringen von Wasser in flüssiger Form  
so ausgebildet ist, daß beim Einbringen keine wesentliche  
Durchmischung von Wasser und Luft und/oder Wasser und  
30 Brenngas erfolgt.
3. Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle (1) nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Einrichtung zum Einbringen von Wasser eine Mehrzahl von  
35 dünnen Leitungen aufweist, die in die Gaskanäle (5; 9) von Luft  
und/oder Brenngas münden.

- 12 -

4. Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle (1) nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Einrichtung zum Einbringen von Wasser Mittel enthält zur  
Erzeugung eines Aerosols von Wasser in Luft und/oder Brenngas.  
5
5. Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle (1) nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Mittel zur Erzeugung des Aerosols Düsen sind.  
10
6. Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle (1) nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Mittel zur Erzeugung des Aerosols Ultraschall-Zerstäuber  
(17) sind.  
15
7. Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle (1) nach einem der Ansprüche 1  
bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Gaskanäle (5) und/oder die Gaskanäle (9) Wandungen  
besitzen, die mit einer hydrophilen, saugfähigen Schicht überzogen  
20 sind.  
25
8. Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle (1) nach einem der Ansprüche 1  
bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß eine Einrichtung vorgesehen ist zur elektronischen Bestimmung  
der für die Einstellung des optimalen Leitwerts der Membran (4)  
erforderlichen Wassermenge.  
30
9. Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle (1) nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß eine Einrichtung vorgesehen ist zur Messung des Feuchtegehalts  
der Membran (4) durch Modulation der Zellspannung mit einem  
Wechselsignal.  
35

- 13 -

10. Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
5 gekennzeichnet durch  
eine Einrichtung zum Rückführen von die Brennstoffzelle verlassendem Luft/Wasser-Gemisch und/oder Brenngas/Wasser-Gemisch in die Einrichtung zum Zuführen von Luft und/oder Brenngas.

10. Brennstoffzellenstapel mit einer Mehrzahl an Brennstoffzellen (1) nach einem der Ansprüche 1-10,  
10 gekennzeichnet durch  
eine Einrichtung zur Messung des durchschnittlichen Feuchtegehalts einer Mehrzahl von Membranen.

15. 12. Verfahren zur Kühlung und Befeuchtung einer Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle (1) mit einem Anodenbereich (3), einem Kathodenbereich (2), einer dazwischen angeordneten Polymerelektrolytmembran (4), einer Einrichtung zum Zuführen von Luft als Oxidationsmittel zum Kathodenbereich, Gaskanälen (5) zum Verteilen der Luft im Kathodenbereich, einer Einrichtung zum Zuführen von Brenngas zum Anodenbereich, und Gaskanälen (9) zum Verteilen des Brenngases im Anodenbereich,  
20 dadurch gekennzeichnet,  
daß zur gleichzeitigen Kühlung der Brennstoffzelle und Befeuchtung der Polymerelektrolytmembran eine erforderliche Wassermenge in flüssiger Form unmittelbar in die Gaskanäle der Luft und/oder die Gaskanäle des Brenngases eingebracht wird, und daß die Brennstoffzelle anodenseitig und/oder kathodenseitig begrenzende bipolare Platten (10; 6) vorgesehen werden, die mindestens in einem Teilbereich gewellt sind und Erhebungen (11; 7) und Vertiefungen (12, 8) besitzen, und daß Wasser in Luft-Aerosol in die von den kathodenseitig gelegenen Vertiefungen (8) gebildeten Kanäle (5) und/oder Wasser in Brenngas-Aerosol in die von den anodenseitig gelegenen Vertiefungen (12) gebildeten Kanäle (9) eingebracht wird.

25

30

35

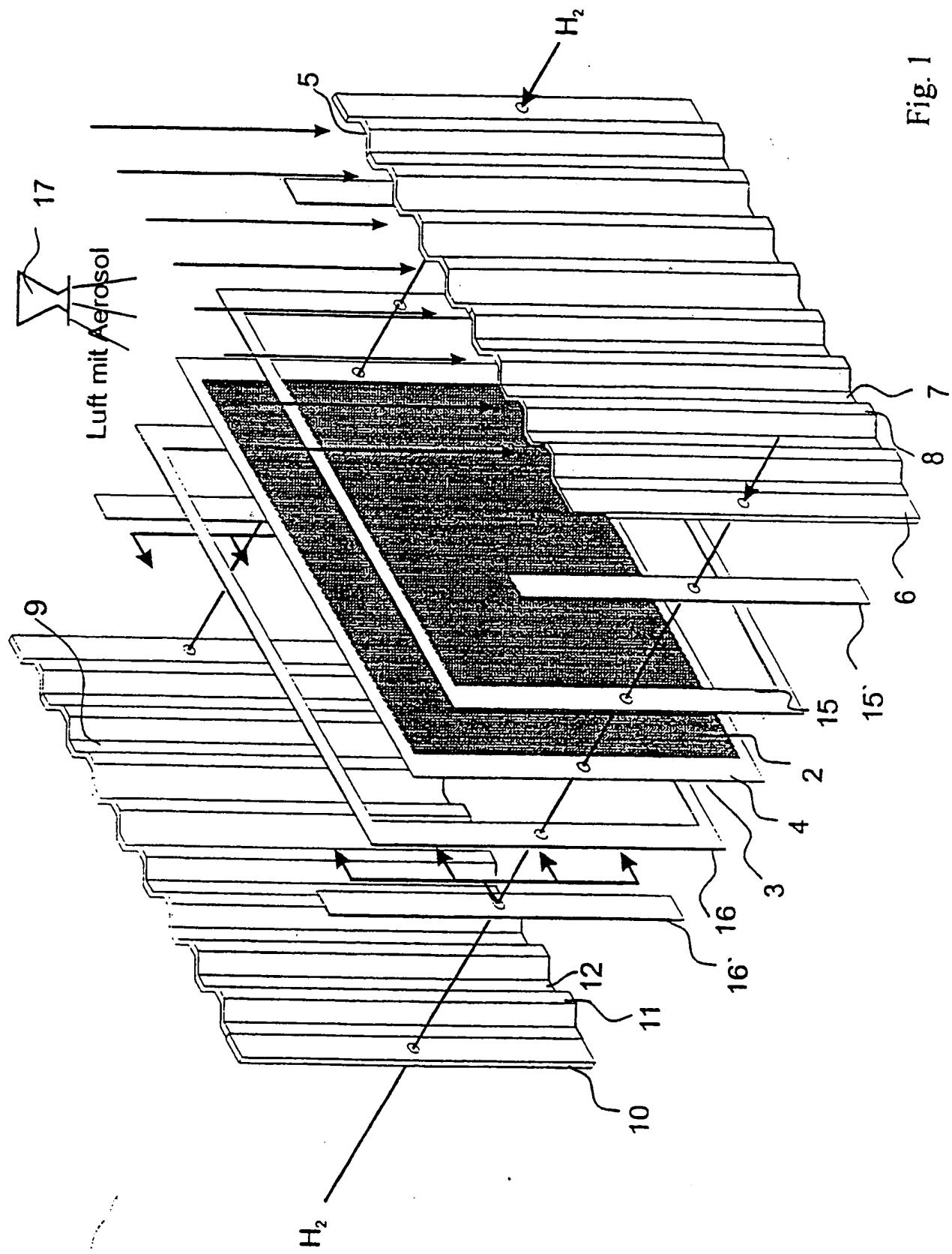
- 14 -

13. Verfahren nach Anspruch 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die zur Kühlung und Befeuchtung erforderliche Wassermenge  
der Luft und/oder dem Brenngas ohne wesentliche Durchmischung  
5 beigefügt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die erforderliche Wassermenge durch eine Mehrzahl von  
10 dünnen Leitungen, die in die Gaskanäle (5, 9) von Luft und/oder  
Brenngas münden, eingebracht wird.
15. Verfahren nach Anspruch 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 daß die erforderliche Wassermenge der Luft und/oder dem Brenngas  
in durchmischter Form unter Verwendung eines Aerosols beigefügt  
wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 daß das Aerosol mit Hilfe von Düsen hergestellt wird.
17. Verfahren nach Anspruch 15,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 daß das Aerosol mit Hilfe von Ultraschall-Zerstäubern (17)  
hergestellt wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17,  
dadurch gekennzeichnet,  
30 daß die Verweilzeit des Kühlwassers in der Zelle erhöht wird durch  
Beschichtung der Wandungen der Gaskanäle (5) und/oder der  
Gaskanäle (9) mit einer hydrophilen, saugfähigen Schicht.

- 15 -

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 18,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die erforderliche Wassermenge elektronisch bestimmt wird  
durch experimentelle Bestimmung der optimalen Membranfeuchte  
und Regelung des Wasserzusatzes in Abhängigkeit von der  
Membranfeuchte.  
5
20. Verfahren nach Anspruch 19,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Messung des Feuchtigkeitsgehalts der Membran (4) durch  
Modulation der Zellspannung mit einem Wechselsignal erfolgt.  
10
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 12-20,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Oxidationsmittel und/oder das Brenngas rückzirkuliert  
werden.  
15
22. Verfahren zur Kühlung und Befeuchtung eines  
Brennstoffzellenstapels mit einer Mehrzahl an Brennstoffzellen (1)  
nach einem der Ansprüche 12 bis 21,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zur Bestimmung der erforderlichen Wassermenge der  
durchschnittliche Feuchtegehalt mehrerer Membranen gemessen  
wird.  
20

25



1  
Ei 50

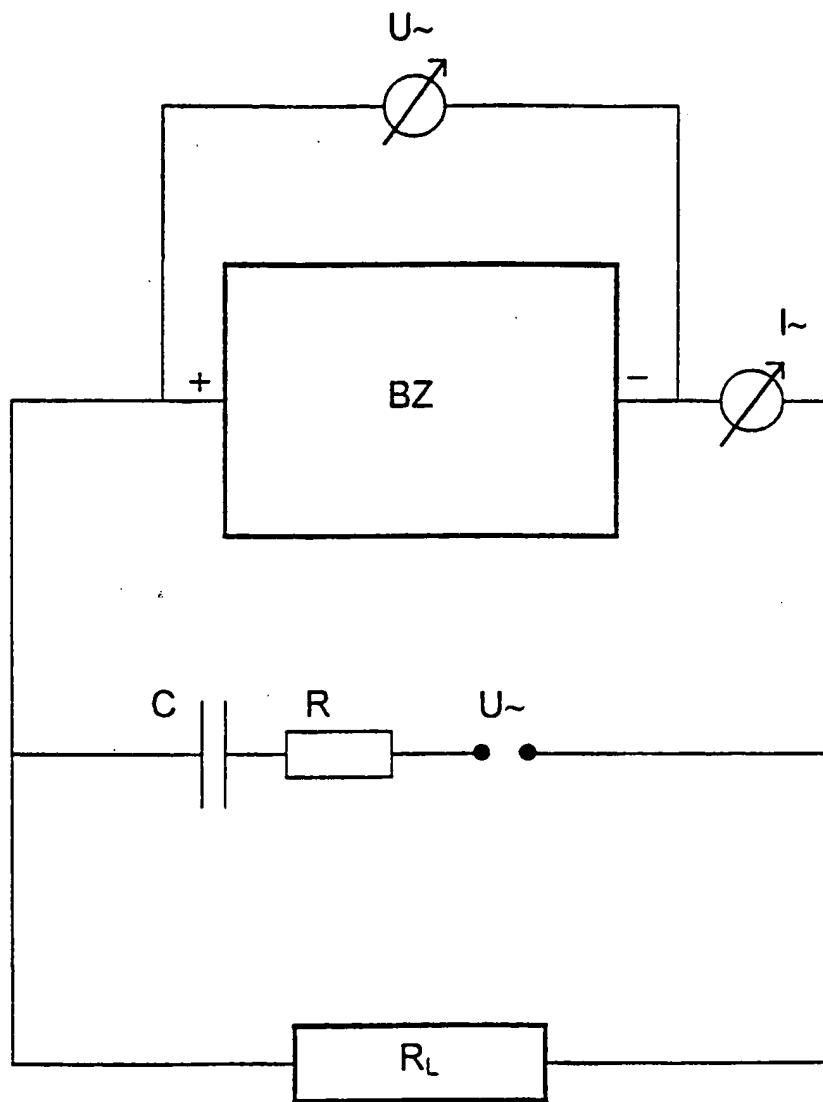


Fig. 2

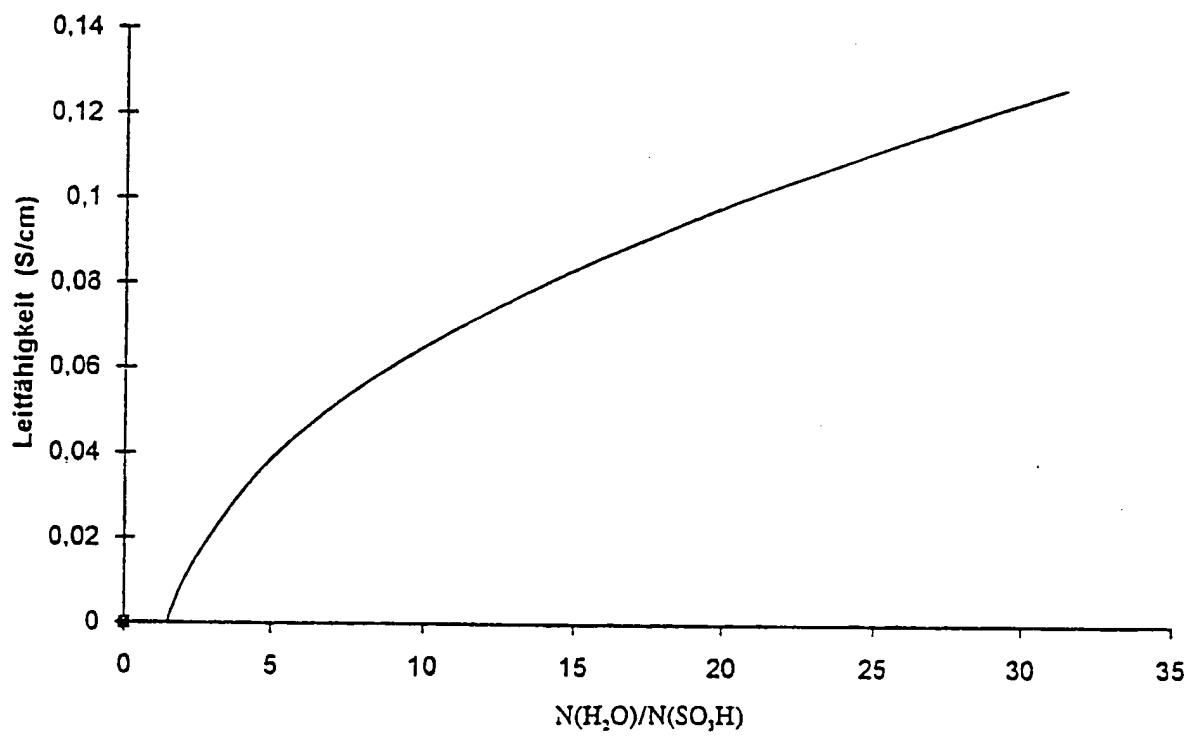


Fig. 3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/ 97/01792

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 H01M8/04

According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 743 693 A (SANYO ELECTRIC CO) 20 November 1996  see claims 1-6 see column 1, line 28 - line 57 see column 4, line 22 - line 59 see column 6, line 41 - column 8, line 19	1, 3-5, 10, 12, 14-16, 21
Y	---	8, 9, 19, 20
X	EP 0 316 626 A (DORNIER GMBH) 24 May 1989  see column 3, last line - column 4, last line; claims 1, 2, 5, 7; figures 1-3 see column 2, line 48 - line 54	1, 2, 4, 7, 12, 13, 15, 18
Y	---	8, 9, 19, 20
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

2

Date of the actual completion of the international search

12 January 1998

Date of mailing of the international search report

21/01/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

D'hondt, J

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/JP 97/01792

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 119, no. 4, 26 July 1993 Columbus, Ohio, US; abstract no. 31518, SUGYAMA: "Solid polymer-electrolyte fuel cells with electrolyte-wetting means" XP000405764 see abstract -& JP 05 054 900 A (FUJI ELECTRIC CO) 5 March 1993 -& PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 353 (E-1393), 5 July 1993 & JP 05 054900 A (FUJI ELECTRIC CO), 5 March 1993, see abstract ---	1,4-6, 12,15-17
X	US 5 344 721 A (SONAI ATSUO ET AL) 6 September 1994 see column 10, line 45 - column 11, line 60; claims 14-17; figures 10-11B ---	1-3,7, 12-14,18
X	EP 0 301 757 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 1 February 1989 see claims 1,3,4; figure 1 see column 3, line 56 - column 4, line 27 ---	1,4,6, 10,12, 15,17,21
X	CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 115, no. 22, 2 December 1991 Columbus, Ohio, US; abstract no. 236311, FURUYA CHOICHI ET AL: "Solid polymer-electrolyte fuel cells" XP000283355 see abstract -& JP 03 102 774 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES) 30 April 1991 -& PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 15, no. 291 (E-1093), 24 July 1991 & JP 03 102774 A (FURUYA CHOICHI), 30 April 1991, see abstract ---	1,2,12, 13
X	US 5 234 776 A (KOSEKI KAZUO) 10 August 1993 see claims 1,5; figures 1,2,4,5,11 see column 2, line 58 - column 3, line 4 see column 8, line 1 - line 52 see examples 3,4,8 ---	1-3,7, 12-14,18
2		-/-

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 97/01792

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	NGUYEN T V ET AL: "A WATER AND HEAT MANAGEMENT MODEL FOR PROTON-EXCHANGE-MEMBRANE FUELS CELLS" JOURNAL OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY, vol. 140, no. 8, 1 August 1993, pages 2178-2186, XP000403645 see page 2182, left-hand column, last paragraph - right-hand column, paragraph 2; figure 3 see page 2184, left-hand column, paragraph 2 ---	1,4,5, 12,15,16
X	EP 0 328 115 A (INT FUEL CELLS CORP) 16 August 1989 see column 1, line 33 - column 2, line 5; claims 1,3; figure 1 ---	1,2,12, 13
Y	T.E. SPRINGER ET AL: "Polymer Electrolyte Fuel Cell Model" JOURNAL OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY, vol. 138, no. 8, August 1991, MANCHESTER, NEW HAMPSHIRE US, pages 2334-2342, XP002051330 see page 2340, left-hand column, paragraph 4 see page 2339, left-hand column, last paragraph - right-hand column, paragraph 1 ---	8,9,19, 20
Y	SARA D. FLINT ET AL: "Investigation of radiation-grafted PVDF-g-polystyrene-sulfonic-acid ion exchange membranes for use in hydrogen oxygen fuel cells" SOLID STATE IONICS - PROCEEDINGS OF THE EIGHT INTERNATIONAL CONFERENCE STOREFJELL, NORWAY, AUGUST 18-23, 1996, vol. 97, no. 1-4, May 1997, AMSTERDAM NL, pages 299-307, XP002051333 see page 301, left-hand column, last paragraph - right-hand column, paragraph 1 ---	8,9,19, 20
A	EP 0 629 014 A (DAIMLER BENZ AG) 14 December 1994 see claims 1,4-7; figure 1 see column 1, line 1 - line 19 see column 1, line 52 - column 2, line 3 ---	1,12
A	US 5 468 574 A (EHRENBERG SCOTT G ET AL) 21 November 1995 see column 10, line 5 - line 26 ---	8,9,19, 20
2 1	E DE 196 41 143 A (MAGNET MOTOR GMBH) 17 April 1997 see the whole document ---	1-22
		-/-

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

P 97/01792

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	DE 196 48 995 A (MAGNET MOTOR GMBH) 10 April 1997 see the whole document -----	1-22

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 97/01792

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 0743693 A	20-11-96	JP 8315839 A CA 2171380 A		29-11-96 19-11-96
EP 0316626 A	24-05-89	DE 3738370 C DE 3887456 D		13-04-89 10-03-94
US 5344721 A	06-09-94	JP 5283091 A		29-10-93
EP 0301757 A	01-02-89	US 4795683 A CA 1297940 A DE 3869009 A JP 1140562 A		03-01-89 24-03-92 16-04-92 01-06-89
US 5234776 A	10-08-93	JP 5041230 A US 5322744 A		19-02-93 21-06-94
EP 0328115 A	16-08-89	US 4824741 A CA 1309127 A DE 68907741 T JP 1309263 A JP 2057217 C JP 7095447 B		25-04-89 20-10-92 10-03-94 13-12-89 23-05-96 11-10-95
EP 0629014 A	14-12-94	DE 4318818 A DE 59402277 D DE 59402425 D EP 0629013 A JP 7014597 A JP 7014599 A US 5434016 A US 5432020 A US 5645950 A		08-12-94 07-05-97 22-05-97 14-12-94 17-01-95 17-01-95 18-07-95 11-07-95 08-07-97
US 5468574 A	21-11-95	AU 2644395 A CA 2190848 A EP 0763070 A WO 9532236 A US 5679482 A		18-12-95 30-11-95 19-03-97 30-11-95 21-10-97
DE 19641143 A	17-04-97	DE 19648995 A		10-04-97

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 97/01792

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19648995 A	10-04-97	DE 19641143 A	17-04-97

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 97/01792

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 H01M8/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestpräststoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 H01M

Recherchierte aber nicht zum Mindestpräststoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 743 693 A (SANYO ELECTRIC CO) 20.November 1996  siehe Ansprüche 1-6 siehe Spalte 1, Zeile 28 - Zeile 57 siehe Spalte 4, Zeile 22 - Zeile 59 siehe Spalte 6, Zeile 41 - Spalte 8, Zeile 19	1,3-5, 10,12, 14-16,21
Y	---	8,9,19, 20  -/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

2

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Anmeldedatum des internationalen Recherchenberichts

12.Januar 1998

21/01/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

D 'hondt, J

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
P 97/01792

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 316 626 A (DORNIER GMBH) 24.Mai 1989  siehe Spalte 3, letzte Zeile - Spalte 4, letzte Zeile; Ansprüche 1,2,5,7; Abbildungen 1-3 siehe Spalte 2, Zeile 48 - Zeile 54	1,2,4,7, 12,13, 15,18
Y	---	8,9,19, 20
X	CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 119, no. 4, 26.Juli 1993 Columbus, Ohio, US; abstract no. 31518, SUGYAMA: "Solid polymer-electrolyte fuel cells with electrolyte-wetting means" XP000405764 siehe Zusammenfassung -& JP 05 054 900 A (FUJI ELECTRIC CO) 5.März 1993 -& PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 353 (E-1393), 5.Juli 1993 & JP 05 054900 A (FUJI ELECTRIC CO), 5.März 1993, siehe Zusammenfassung ---	1,4-6, 12,15-17
X	US 5 344 721 A (SONAI ATSUO ET AL) 6.September 1994 siehe Spalte 10, Zeile 45 - Spalte 11, Zeile 60; Ansprüche 14-17; Abbildungen 10-118	1-3,7, 12-14,18
X	EP 0 301 757 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 1.Februar 1989  siehe Ansprüche 1,3,4; Abbildung 1 siehe Spalte 3, Zeile 56 - Spalte 4, Zeile 27	1,4,6, 10,12, 15,17,21
X	CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 115, no. 22, 2.Dezember 1991 Columbus, Ohio, US; abstract no. 236311, FURUYA CHOICHI ET AL: "Solid polymer-electrolyte fuel cells" XP000283355 siehe Zusammenfassung -& JP 03 102 774 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES) 30.April 1991 -& PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 15, no. 291 (E-1093), 24.Juli 1991 & JP 03 102774 A (FURUYA CHOICHI), 30/April 1991, siehe Zusammenfassung ---	1,2,12, 13
2	---	-/-

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 97/01792

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 234 776 A (KOSEKI KAZUO) 10.August 1993 siehe Ansprüche 1,5; Abbildungen 1,2,4,5,11 siehe Spalte 2, Zeile 58 - Spalte 3, Zeile 4 siehe Spalte 8, Zeile 1 - Zeile 52 siehe Beispiele 3,4,8 ---	1-3,7, 12-14,18
X	NGUYEN T V ET AL: "A WATER AND HEAT MANAGEMENT MODEL FOR PROTON-EXCHANGE-MEMBRANE FUELS CELLS" JOURNAL OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY, Bd. 140, Nr. 8, 1.August 1993, Seiten 2178-2186, XP000403645 siehe Seite 2182, linke Spalte, letzter Absatz - rechte Spalte, Absatz 2; Abbildung 3 siehe Seite 2184, linke Spalte, Absatz 2 ---	1,4,5, 12,15,16
X	EP 0 328 115 A (INT FUEL CELLS CORP) 16.August 1989 siehe Spalte 1, Zeile 33 - Spalte 2, Zeile 5; Ansprüche 1,3; Abbildung 1 ---	1,2,12, 13
Y	T.E.SPRINGER ET AL: "Polymer Electrolyte Fuel Cell Model" JOURNAL OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY, Bd. 138, Nr. 8, August 1991, MANCHESTER, NEW HAMPSHIRE US, Seiten 2334-2342, XP002051330 siehe Seite 2340, linke Spalte, Absatz 4 siehe Seite 2339, linke Spalte, letzter Absatz - rechte Spalte, Absatz 1 ---	8,9,19, 20
Y	SARA D. FLINT ET AL: "Investigation of radiation-grafted PVDF-g-polystyrene-sulfonic-acid ion exchange membranes for use in hydrogen oxygen fuel cells" SOLID STATE IONICS - PROCEEDINGS OF THE EIGHT INTERNATIONAL CONFERENCE STOREFJELL, NORWAY, AUGUST 18-23, 1996, Bd. 97, Nr. 1-4, Mai 1997, AMSTERDAM NL, Seiten 299-307, XP002051333 siehe Seite 301, linke Spalte, letzter Absatz - rechte Spalte, Absatz 1 ---	8,9,19, 20
A	EP 0 629 014 A (DAIMLER BENZ AG) 14.Dezember 1994 siehe Ansprüche 1,4-7; Abbildung 1 siehe Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 19 siehe Spalte 1, Zeile 52 - Spalte 2, Zeile 3 ---	1,12
2		-/-

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT 97/01792

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 468 574 A (EHRENBERG SCOTT G ET AL) 21.November 1995 siehe Spalte 10, Zeile 5 - Zeile 26 ----	8,9,19, 20
E	DE 196 41 143 A (MAGNET MOTOR GMBH) 17.April 1997 siehe das ganze Dokument ----	1-22
E	DE 196 48 995 A (MAGNET MOTOR GMBH) 10.April 1997 siehe das ganze Dokument -----	1-22

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
P 97/01792

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0743693 A	20-11-96	JP 8315839 A CA 2171380 A		29-11-96 19-11-96
EP 0316626 A	24-05-89	DE 3738370 C DE 3887456 D		13-04-89 10-03-94
US 5344721 A	06-09-94	JP 5283091 A		29-10-93
EP 0301757 A	01-02-89	US 4795683 A CA 1297940 A DE 3869009 A JP 1140562 A		03-01-89 24-03-92 16-04-92 01-06-89
US 5234776 A	10-08-93	JP 5041230 A US 5322744 A		19-02-93 21-06-94
EP 0328115 A	16-08-89	US 4824741 A CA 1309127 A DE 68907741 T JP 1309263 A JP 2057217 C JP 7095447 B		25-04-89 20-10-92 10-03-94 13-12-89 23-05-96 11-10-95
EP 0629014 A	14-12-94	DE 4318818 A DE 59402277 D DE 59402425 D EP 0629013 A JP 7014597 A JP 7014599 A US 5434016 A US 5432020 A US 5645950 A		08-12-94 07-05-97 22-05-97 14-12-94 17-01-95 17-01-95 18-07-95 11-07-95 08-07-97
US 5468574 A	21-11-95	AU 2644395 A CA 2190848 A EP 0763070 A WO 9532236 A US 5679482 A		18-12-95 30-11-95 19-03-97 30-11-95 21-10-97
DE 19641143 A	17-04-97	DE 19648995 A		10-04-97

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 97/01792

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19648995 A	10-04-97	DE 19641143 A	17-04-97